

© Team of authors, 2026 / © Коллектив авторов, 2026

3.1.3. Otorhinolaryngology, 3.1.6. Oncology, radiation therapy / 3.1.3. Оториноларингология, 3.1.6. Онкология, лучевая терапия

Personalized multidisciplinary strategy for the restoration of laryngeal respiratory function in tumor stenosis

A.Yu. Ovchinnikov, D.N. Reshetov, A.A. Tkachenko, E.V. Grigorieva

Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

Contacts: Tkachenko Anastasia Alexandrovna – e-mail: lor@anastasija-tkachenko.ru

Персонализированная мультидисциплинарная стратегия восстановления дыхательной функции гортани при опухолевых стенозах

А.Ю. Овчинников, Д.Н. Решетов, А.А. Ткаченко, Е.В. Григорьева

Российский университет медицины Минздрава РФ, Москва, Россия

Контакты: Ткаченко Анастасия Александровна – e-mail: lor@anastasija-tkachenko.ru

个体化多学科策略：肿瘤性狭窄中喉部呼吸功能的重建

A.Yu. Ovchinnikov, D.N. Reshetov, A.A. Tkachenko, E.V. Grigorieva

俄罗斯联邦卫生部俄罗斯医科大学，莫斯科，俄罗斯

联系人：Tkachenko Anastasia Alexandrovna – e-mail: lor@anastasija-tkachenko.ru

The problem of surgical treatment of laryngeal cancer (LC) of the initial stages (T1–T2) remains relevant in the practice of an oncologist and otorhinolaryngologist. Despite the high efficiency and low trauma of organ-preserving resections, one of the key tasks is to prevent the development of postoperative iatrogenic stenosis, which can negate the functional benefits of the operation. It is important to note that even in the initial stages of LC, the tumor leads to the development of clinically significant narrowing of the organ lumen, which makes the problems of reconstruction of the lumen of the larynx after resection for early LC largely similar to those in the treatment of chronic laryngeal stenosis of other etiology. Existing methods of restoring the lumen of the larynx, including the use of standard prostheses, do not always allow to achieve a stable result and may be accompanied by a recurrence of stenosis. The article analyzes modern approaches to the surgical treatment of tumor-related laryngeal stenosis (TLS) developing after organ-preserving operations. Based on the analysis of literature data and our own clinical experience, we justify the need to introduce a personalized algorithm for the diagnosis and treatment of TLS. This approach integrates preoperative 3D modeling of the defect based on data from multislice computed tomography and the use of an individual laryngeal lumen shaper manufactured according to the patient's anatomical features. The proposed solution is aimed at improving functional outcomes and reducing the frequency of postoperative complications in cancer patients.

Keywords: laryngeal cancer, chronic laryngeal stenosis, organ-preserving surgery, reconstructive surgery, laryngotracheoplasty, individual laryngeal lumen shaper

Conflict of interest. The authors have no conflicts of interest.

Funding. Absent.

For citation: Ovchinnikov A.Yu., Reshetov D.N., Tkachenko A.A., Grigorieva E.V. Personalized multidisciplinary strategy for the restoration of laryngeal respiratory function in tumor stenosis. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(1):179–186

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.179-186

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Проблема хирургического лечения рака гортани (РГ) начальных стадий (T1–T2) остается актуальной в практике онколога и оториноларинголога. Несмотря на высокую эффективность и малую травматичность органосохраняющих резекций, одной из ключевых задач является предотвращение развития послеоперационного ятрогенного стеноза, который может нивелировать функциональные преимущества операции. Важно отметить, что даже при начальных стадиях РГ опухоль приводит к развитию клинически значимого сужения просвета органа, что делает проблемы реконструкции просвета гортани после резекции по поводу раннего РГ во многом сходными с таковыми при лечении хронических стенозов гортани другой этиологии.

Существующие методы восстановления просвета гортани, включая использование стандартных протезов, не всегда позволяют достичь стабильного результата и могут сопровождаться рецидивом стеноза.

В статье проанализированы современные подходы к хирургическому лечению опухолевых стенозов гортани (ОСГ), развивающихся как следствие органосохраняющих операций. На основании анализа литературных данных и собственного клинического опыта обоснована необходимость внедрения персонализированного алгоритма диагностики и лечения ОСГ. Этот подход интегрирует предоперационное 3D-моделирование дефекта на основе данных мультиспиральной компьютерной томографии и использование индивидуального формователя просвета гортани, изготовленного с учетом анатомических особенностей пациента. Предлагаемое решение направлено на повышение функциональных результатов и снижение частоты послеоперационных осложнений у онкологических пациентов.

Ключевые слова: рак гортани, хронический стеноз гортани, органосохраняющая хирургия, реконструктивная хирургия, ларинготрахеопластика, индивидуальный формователь просвета гортани

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Отсутствует.

Для цитирования: Овчинников А.Ю., Решетов Д.Н., Ткаченко А.А., Григорьева Е.В. Персонализированная мультидисциплинарная стратегия восстановления дыхательной функции гортани при опухолевых стенозах. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2026;14(1):179–186

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.179-186

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

Рак гортани (ЛС) в ранней (T1–T2) стадии хирургическое лечение в практике онкологических и оториноларингологических специалистов по-прежнему имеет актуальность. Несмотря на то, что органосохраняющие операции обладают преимуществами в виде высокой эффективности и минимальной травматичности, одним из ключевых аспектов является профилактика рецидива стеноза, так как это может нивелировать функциональные преимущества. Необходимо отметить, что даже на ранних стадиях заболевания опухоль может вызывать стеноз гортани, что требует проведения реконструктивных операций. В настоящее время для восстановления просвета гортани после операции используются различные методы, включая использование индивидуальных формователей просвета гортани. Однако, несмотря на успехи в лечении, проблема рецидива стеноза остается актуальной. Целью данной работы является анализ современных подходов к лечению опухолевых стенозов гортани и разработка персонализированной мультидисциплинарной стратегии восстановления дыхательной функции гортани при опухолевых стенозах.

В статье проанализированы современные подходы к хирургическому лечению опухолевых стенозов гортани (ОСГ), развивающихся как следствие органосохраняющих операций. На основании анализа литературных данных и собственного клинического опыта обоснована необходимость внедрения персонализированного алгоритма диагностики и лечения ОСГ. Этот подход интегрирует предоперационное 3D-моделирование дефекта на основе данных мультиспиральной компьютерной томографии и использование индивидуального формователя просвета гортани, изготовленного с учетом анатомических особенностей пациента. Предлагаемое решение направлено на повышение функциональных результатов и снижение частоты послеоперационных осложнений у онкологических пациентов.

Ключевые слова: рак гортани; хронический стеноз гортани; органосохраняющая хирургия; реконструктивная хирургия; ларинготрахеопластика; индивидуальный формователь просвета гортани

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование:本研究未获得任何经费资助。

Для цитирования: Ovchinnikov A.Yu., Reshetov D.N., Tkachenko A.A., Grigorieva E.V. Personalized multidisciplinary strategy for the restoration of laryngeal respiratory function in tumor stenosis. *Head and Neck. Russian Journal.* 2026;14(1):179–186

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.179-186

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

Введение

Рак гортани (РГ) занимает существенное место в структуре онкологической заболеваемости. По данным Международного агентства по изучению рака (GLOBOCAN), абсолютные показатели новых случаев РГ в мире в 2022 г. составили 188 960 человек, что демонстрирует прирост на 6,5% по сравнению с 2018 г. (177 422 случая) [1, 2]. В России стандартизованный показатель заболеваемости РГ в 2019 г. составил 31,1 случая на 100 тыс. населения, а уровень летальности – 7,2% [3].

Одним из жизнеугрожающих осложнений РГ является хронический стеноз гортани, возникающий вследствие механической обтурации просвета экзофитной опухолью или деструкции хрящевого каркаса при инфильтративном росте [4, 5, 7]. За счет экзофитного роста опухоль растет в просвет гортани, формируя объемное образование, которое физически перекрывает дыхательный путь. Размеры этого образования прямо пропорциональны степени стеноза [4, 7]. При эндофитном росте опухоль распространяется вглубь стенки гортани, инфильтрируя и разрушая ее структуры, прежде всего, хрящевой каркас.

Разрушение хрящей приводит к потере жесткости стенки, ее коллапсу и сужению просвета. Часто наблюдается смешанный тип роста [5, 6, 8]. Рост опухоли индуцирует активацию стромальных фибробластов с развитием вторичного фиброза вокруг опухолевых масс. Этот фиброз, хотя и является реактивным, также может вносить вклад в ригидность стенки гортани и сужение ее просвета [6]. Развитие опухолевого процесса часто сопровождается вторичным воспалением (перифокальным отеком) и возможным изъязвлением слизистой, что дополнительно уменьшает функциональный просвет гортани [4]. Агрессивный биологический потенциал РГ, особенно низкодифференцированных форм, обуславливает относительно быстрое нарастание стеноза по сравнению с большинством неопухолевых форм. Скорость обструкции зависит от гистологического типа, степени дифференцировки и локализации опухоли [5, 8].

Клиническая картина опухолевых стенозов гортани (ОСГ) включает инспираторную или смешанную одышку, стридор, элементы дисфагии, дисфонию различной степени выраженности, снижение толерантности к физической нагрузке и признаки хронической гипоксии [6, 8–10].

Методы диагностики

Диагностика ОСГ требует комплексного подхода. Она включает в себя фиброларингоскопию с визуальным осмотром зоны опухолевого поражения, оценкой подвижности элементов гортани, оценкой степени стеноза, взятием биопсии, пункцией измененных тканей гортани и узловых образований в мягких тканях шеи под контролем ультразвукового исследования для цитологической верификации процесса, компьютерную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ). МРТ используется для более точной оценки степени инвазии мягкотканного компонента опухоли и состояния регионарных лимфатических узлов [11]. Метод обладает высоким мягкотканым разрешением, что делает его наиболее чувствительным для выявления степени инвазии опухоли в гортанные хрящи, а также для оценки распространенности на анатомические отделы гортани и окружающие мягкие ткани, что критически важно для точного T-стадирования [7, 11].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) обладает высокой диагностической значимостью за счет расширенными возможностями постпроцессорного анализа данных, включая мультипланарную реконструкцию и генерацию трехмерных изображений с применением VRT-алгоритмов. Трехмерные реконструкции обеспечивают детальную визуализацию патологических изменений гортани и трахеи в различных проекциях, способствуя комплексному восприятию патологии, в т.ч. в анатомических ракурсах и формированию стратегии последующего хирургического лечения [12].

Методика позволяет точно оценить степень и протяженность стеноза гортани, измерить диаметр просвета проксимальнее и дистальнее зоны сужения, выявить утолщение, склеротические изменения и деформацию стенок гортани. Кроме того, МСКТ обеспечивает визуализацию патологических процессов в паратрахеальной клетчатке и органах средостения, что имеет особое значение при выработке комплексной тактики лечения [8, 13, 14].

Согласно исследованию Ю.В. Шевченко (2016), МРТ значительно повышает информативность диагностики стриктур верхних дыхательных путей за счет комплексной оценки характера и распространенности патологического процесса, а также

изменений перифокальных мягких тканей и позволяет оценить динамику процесса. Автором разработан протокол количественной оценки степени стеноза гортани с определением изометрических показателей при помощи МСКТ, позволяющий корригировать варианты оперативного лечения [15].

Сравнительный анализ диагностической эффективности продемонстрировал преимущества МСКТ перед фибробронхоскопией по всем ключевым параметрам: чувствительность (99,38% против 81,82%), специфичность (75,00% против 63,64%) и точность (98,79% против 78,18%), за счет детализации патологических изменений [15].

Методы хирургического лечения

Хирургическое вмешательство рассматривают как один из основных методов лечения РГ. Хирургическое лечение применяют в комбинации и сочетании с лучевой и химиотерапией [8, 10].

Существуют различные органосохраняющие способы хирургического лечения начальных стадий РГ, позволяющие сохранить дыхательную, голосообразующую и разделительную функции у пациентов данной группы. Важно отметить, что метод хирургии, применяемый в каждом конкретном случае, зависит от стадии заболевания, общего состояния пациента и его индивидуальных особенностей [10].

Ниже приведены наиболее распространенные в практике методы.

Хордэктомия применяют преимущественно при раке складчатого отдела гортани стадии T1 без распространения на переднюю комиссуру, чаще используют эндоскопический доступ, который является менее травматичным. Если эндоскопический доступ невозможен по анатомическим или техническим причинам, применяют открытый доступ [8, 10, 14].

Фронтолатеральная вертикальная резекция, описанная Leroux-Robert (1936), представляет собой вертикальную резекцию с удалением передней комиссуры. Данная методика является альтернативной в случаях неадекватной визуализации ввиду анатомических особенностей. Показанием для ее выполнения выступает рак складчатого отдела гортани T1b с распространением опухоли близко к передней комиссуре, без ее глубокой инвазии. Данный метод безопасен, и его можно выполнять без сопутствующей трахеостомии [38].

Фронтальная передняя резекция с эпиглоттопластикой. Эта методика включает резекцию истинных и ложных голосовых складок с передней частью щитовидного хряща. Реконструкция включает закрытие переднего дефекта при помощи надгортанника. Данная операция показана при РГ T1b или T2. Как и при других резекциях гортани у всех пациентов отмечается слабость голоса. В послеоперационном периоде может возникать аспирация. Пациенты требуют обязательной работы с коррекционным педагогом в послеоперационном периоде [8, 39].

Надперстневидная резекция с крикохиондозиэпиглоттопексией (КХЭП) показана для лечения рака голосового отдела гортани с глубокой инвазией в голосовую мышцу и прорастанием внутренней пластинки щитовидного хряща. КХЭП проводят в случаях нарушения подвижности голосовых складок вследствие опухолевой инвазии, распространяющейся на голосовой отдел без инвазии передней комиссуры, без прорастания основания надгортанника, при отсутствии поражения черпаловидных хрящей. КХЭП противопоказана при распространении опухоли ниже верхнего края перстневидного хряща, поэтому необходимо тщательно оценивать распространение опухоли в подскладоч-

ный отдел гортани. КХЭП показана при РГ Т2 и выборочно Т3. Основная проблема при данной технике по сравнению с другими вариантами резекции заключается в высоком риске аспирации в послеоперационном периоде [39–42].

Надперстневидная резекция с криохииоидопексией (КХП). Техника КХП схожа с техникой КХЭП, при данной операции удаляют ткани преднадгортанникового пространства и надгортанник, но функциональные результаты хуже по сравнению с другими техниками. Показания для выполнения данной операции: рак надскладочного отдела без распространения в верхнюю часть преднадгортанникового пространства, рак связочного отдела с прорастанием в надскладочный отдел. Недостатком данного метода является часто возникающая аспирация, связанная с резекцией черпаловидного хряща [43–46].

Надскладочная резекция заключается в резекции всего надскладочного отдела гортани, в т.ч. обеих желудочковых складок и надгортанника. С ее помощью выполняют удаление опухоли надскладочного отдела без глубокой инвазии в преднадгортанниково пространство. Операция демонстрирует хорошие отдаленные результаты, рецидивы возникают в 5–15% случаев карцином надскладочного отдела стадии Т1–Т2 [46, 47].

Парадокс хирургического лечения РГ заключается в том, что обширные резекции, необходимые для достижения онкологической радикальности, часто создают условия для стойкого нарушения дыхательной функции в отдаленной перспективе, обусловленного неконтролируемым рубцеванием с деформацией каркаса гортани и сужением ее просвета [48, 49].

Основной целью реконструктивно-пластических операций на гортани и трахее служит восстановление функционального просвета дыхательных путей с устранением жизнеугрожающей обструкции и сохранением трех ключевых функций: дыхания (путем создания механически стабильного каркаса, устойчивого к коллапсу при пиковых нагрузках до 300 мм рт.ст.), защиты нижних дыхательных путей от аспирации (за счет восстановления чувствительности слизистой оболочки и кашлевого рефлекса) и фонации (через сохранение вибрационной способности голосовых складок). Решение этих задач достигается иссечением нефункциональных рубцовых или опухолевых тканей с одномоментным замещением дефекта аутопластическими или аллопластическими имплантационными материалами, обеспечивающими восстановление анатомии и физиологии гортани в долгосрочной перспективе [10, 16–18].

Методы замещения дефекта гортани

Биологические материалы для пластики гортани и трахеи включают аутохрящи (реберные, перегородки носа, ушные, щитовидные хрящи), костные аутотрансплантаты (подъязычная кость, грудина), а также свободные и васкуляризованные лоскуты, изотрансплантаты и кожно-мышечные лоскуты [15, 19, 20]. В реконструктивной хирургии различают лоскуты, сохраняющие сосудистую связь, и трансплантаты, полностью отделяемые от донорской зоны. Классификация основана на топографическом принципе, типе васкуляризации и тканевом составе [21].

На сегодня описано свыше 300 потенциальных донорских участков в теле человека. Однако широкое клиническое применение сдерживают объективные трудности [22]. Ключевые ограничения для метода: риск осложнений в донорской области, включая пневмоторакс, гематомы и инфекционные процессы [23]. Необходимость многоэтапного лечения, увеличивающего

продолжительность реабилитации и число оперативных вмешательств, также препятствуют широкому внедрению метода, как и формирование значительного тканевого дефекта в зоне забора трансплантата, часто требующего дополнительной коррекции [24, 25].

Имплантируемые аллопластические материалы находят применение в реконструктивной хирургии гортани, при этом они обладают как преимуществами, так и существенными ограничениями. К ключевым преимуществам относятся отсутствие необходимости забора донорской ткани, неограниченный запас материала и возможность точного моделирования. Однако их использование сопряжено с риском инфицирования, миграции, экстружии (отторжения), формирования фиброзной капсулы, реакцией на инородное тело и неспособностью к интеграции с живыми тканями в той же мере, что и ауто- или аллотрансплантаты. Их использование исторически связано с поиском альтернативы аутохрящу при сложных реконструкциях, особенно каркаса, но широкое распространение ограничено высоким риском осложнений. Тем не менее определенные материалы и методики нашли свое место, в основном для создания просвета гортани [19, 26].

Исторически в реконструктивной хирургии гортани и трахеи применяли различные *синтетические материалы*, включая марлекс, никелид титана (нитинол), тантал и пластипор [27, 28]. Основным преимуществом искусственных имплантатов является исключение этапа забора донорской ткани. Однако существенным ограничением их применения выступает их неспособность к интеграции с тканями пациента: монолитная структура большинства полимеров и металлов препятствует инвазии клеток реципиента и васкуляризации [23]. Этот дефицит тканевой интеграции закономерно приводит к осложнениям – миграции имплантата, формированию плотной фиброзной капсулы (инкапсуляция), локальным некрозам (пролежни) и избыточному образованию грануляций. Дополнительным недостатком, отмечаемым авторами, является отсутствие функционального мерцательного эпителия на поверхности синтетического каркаса. Утрата механизма мукоцилиарного клиренса, критически значимого для очистки дыхательных путей, существенно ухудшает процессы послеоперационной регенерации и долгосрочную функцию реконструированных участков гортани и трахеи. Высоким остается и риск реакций отторжения, инфицирование материала [23].

В клинической практике широкое применение нашел сетчатый полипропиленовый протез (марлекс). Методика Р.К. Ягудина и соавт. (2007) демонстрирует преимущества использования полипропиленовой сетки «Эсфил» при трехслойной реконструкции трахеостомических дефектов, хотя в 6% случаев авторы отмечали нагноение раны [27]. Совершенствование материалов, в частности переход на облегченные сетки из полипропиленового моноволокна, позволило снизить частоту осложнений [25, 30].

Стентирование. Особое место в реконструктивной хирургии занимает стентирование с использованием Т-образных трубок. По данным систематического обзора М. Philippe (2024) Т-образная трубка – наиболее изученный вариант эндопротеза, широко используемый и в настоящее время. При этом стоит обратить внимание на существенные недостатки, обусловленные неанатомической формой эндопротеза: его концы травмируют прилежащие структуры, способствуя образованию грануляционной ткани. Помимо того, размещение трубки выше голосовых складок, приводит к нарушению разделительной функции гортани. Для предотвращения этих отрицательных моментов

с середины прошлого столетия предпринимались попытки модификации Т-образной трубки или ее замены стентами. Наиболее известный стент создан W.W. Montgomery (1990) из жесткого силикона. Сильное давление на глотку, затрудняющее прием пищи и ведущее к образованию некроза стало основным осложнением данного изобретения. I. Eliachar (1990) изготовил ларинготрахеальный стент из мягкого силикона, что меньше травмировало слизистую оболочку гортани, но его неанатомическая форма создавала ишемию мягких тканей в области голосовых складок у колпачка стента [31–35].

В дальнейшем P. Monnier (2011) изготовлен стент LT-Mold из специального силикона, обладающего увеличенной податливостью и минимальной жесткостью. Данный протез был создан путем отливания гортани на кадаверном материале с учетом положения голосовых связок. Было изготовлено 10 экземпляров с разным размером внешнего диаметра от 6 до 15 мм, что позволяет рассматривать данный протез как более адаптируемый к индивидуальным формам гортани пациентов. Несмотря на то что изобретение имеет хорошие клинические результаты в хирургии ларинготрахеальных стенозов с формированием просвета гортани, его использование в РФ невозможно, в связи с отсутствием лицензии [32, 36].

Рентгенопозитивная Т-образная трубка, разработанная А.Ю. Овчинниковым и соавт. (патент №2792425, 2023), представляет собой усовершенствованную модификацию классического стента Монтгомери. Конструктивное новшество заключается во введении рентгеноконтрастных меток на основе сульфата бария в силиконовый материал, что обеспечивает возможность визуального контроля положения имплантата при рентгеноскопии и КТ. Данное техническое решение направлено на своевременное выявление неправильной позиции, деформации или миграции стента, тем самым повышая безопасность длительного стентирования [37].

Однако, несмотря на указанное усовершенствование, сохраняются принципиальные ограничения, присущие всем жестким Т-образным конструкциям: риск повышенного давления на стенки трахеи с развитием ишемии, трудности санации просвета и потенциальная травматизация слизистых оболочек в зонах фиксации. Таким образом, хотя разработка решает проблему мониторинга положения стента, она не устраняет фундаментальные недостатки, связанные с биомеханическими свойствами жестких Т-образных конструкций.

Имплантационные материалы. Несмотря на достижения в области реконструктивной хирургии гортани и трахеи, отдаленные функциональные результаты заставляют искать новые подходы к решению проблемы восстановления функции органа. Одним из путей решения этой задачи выступает использование различных имплантационных материалов. С этой целью были разработаны методики применения ауто-/гомотрансплантатов (хрящи, мышцы, кожа, кость, слизистые оболочки) и эндопротезов из различных синтетических материалов (медицинский силикон, биополимеры, имплантаты из пористого никелида титана).

При использовании ауто- и гомотрансплантатов существует высокий риск их отторжения вследствие агрессивной биохимической и микробиологической среды в просвете гортани, отмечаются сложности в адаптации лоскутов, физический дискомфорт, связанный с ростом волос при перемещении кожного лоскута в просвет гортани, возникновение обтурации просвета гортани при перемещении лоскутов избыточной толщины.

В настоящее время в клинической практике отсутствует унифицированный алгоритм планирования и выполнения хирургических вмешательств у пациентов с протяженными и многоуровневыми стенозами гортани. Выбор тактики лечения часто осуществляется интраоперационно на основании индивидуального опыта хирурга и технических возможностей медицинского учреждения.

Алгоритм моделирования индивидуального формирователя гортани

Исходя из анализа собственного опыта хирургического лечения пациентов с ОСГ, перспективным направлением совершенствования хирургической помощи при ОСГ является внедрение комплексного персонализированного подхода, интегрирующего предоперационное 3D-моделирование на основе данных МСКТ и последующее изготовление индивидуального формирователя просвета гортани. В рамках нашего исследования был разработан и апробирован алгоритм, предусматривающий создание виртуальной 3D-модели дефекта после планируемой резекции и индивидуальное производство стентирующего устройства, точно соответствующего анатомии пациента.

Данный алгоритм включает последовательные этапы: 1) предоперационное обследование с обязательным проведением МСКТ и 3D-моделированием предстоящего анатомического дефекта; 2) изготовление индивидуального формирователя просвета на основе полученной виртуальной модели; 3) хирургическое вмешательство (резекция гортани с одномоментной установкой формирователя); 4) послеоперационное наблюдение с оценкой отдаленных функциональных и онкологических результатов. Ключевым элементом метода является этап компьютерного планирования, позволяющий создать формирователь, точно соответствующий прогнозируемым размерам и конфигурации просвета, что минимизирует риск рецидива стеноза после реконструкции. Внедрение данного подхода позволяет формализовать и стандартизировать процесс лечения, повысить прогнозируемость функциональных результатов операций, переводя лечение на уровень персонализированного алгоритма.

Благодаря динамической конструкции эндоэкспандер обеспечивает контролируемое давление на ткани гортани, адаптируясь к индивидуальным анатомическим особенностям пациента и изменяя свою форму в соответствии с потребностями на всех этапах лечения. Устройство для восстановления просвета гортани, состоящее из единой конструкции, содержащей эластичный силиконовый герметичный баллон, который в верхней и нижней частях снабжен фиксационными ушками, а в средней части баллона располагается рентгеноконтрастная метка. От силиконового герметичного баллона отходит силиконовая трубка, состоящая из двух фрагментов, соединенных между собой переходником, и имеющая возможность разъединения, конец силиконовой трубки жестко соединен с клапанным нагнетателем для неинвазивного наполнения физиологическим раствором для регуляции объема. Индивидуальный формирователь извлекается в перевязочном кабинете, срезаются лавсановые лигатуры на шее, с помощью клапанного нагнетателя выкачивают шприцом все содержимое из полости герметичного баллона. Затем разъединяют через переходник фрагменты силиконовой трубки и удаляют герметичный баллон через трахеостомическое отверстие. Формирователь позволяет корректировать размер как во время операции, так и в послеоперационном периоде, минимизируя рубцевание и оптимизируя восстанов-

ление дыхательной функции. Выбор хирургической тактики в лечении пациентов со стенозами гортани различной этиологии и изготовление эндоэкспандера осуществляется с учетом индивидуальных ларинготрахеометрических измерений объемов верхних дыхательных путей, предложены персонализированные методы планирования реконструкции гортани на основе трехмерной КТ (3D-КТ).

Клиническая апробация индивидуализированного формирователя проведена у 27 пациентов: 21 пациент с раком гортани, из них 9 – стадии T1N0M0, 12 – T2N0M0, 6 пациентов с хроническим стенозом гортани неопухоловой этиологии. У всех 27 (100%) пациентов достигнута эффективная реканализация просвета без признаков рестеноза в сроки наблюдения от 6 до 24 месяцев. Контроль эффективности включал фиброларингоскопию с интервалом 1 раз в 3 месяца с визуальной оценкой проходимости дыхательных путей, а также проведение МРТ гортани с интервалом 1 раз в 6 месяцев для объективного измерения диаметра просвета, оценки состояния мягких тканей и исключения рецидива заболевания. У пациентов онкологической группы динамический контроль не выявил рецидивов заболевания в течение всего периода наблюдения. Динамическая конструкция формирователя обеспечивала дозированное адаптивное давление в течение послеоперационного периода, а использование рентгеноконтрастного баллона позволяло точно позиционировать и контролировать положение устройства в зоне резекции. Герметичность системы и возможность коррекции внутреннего объема формирователя минимизировали рубцевание и обеспечивали восстановление адекватной дыхательной функции у всех пациентов. Благодаря возможности коррекции объема формирователя его удаление из просвета гортани после завершения послеоперационного периода было малотравматичным и удобным для врача и пациента.

Заключение

Опухолевые стенозы гортани представляют собой сложную междисциплинарную проблему на стыке онкологии и оториноларингологии. Существующие методы восстановления просвета гортани не лишены существенных недостатков, главными из которых являются отсутствие персонализации и стандартизированного алгоритма действий.

Комплексное внедрение этапов предоперационного 3D-моделирования и использования индивидуального формирователя гортани позволяет перейти от ситуационной тактики к персонализированному алгоритму лечения. Это повышает предсказуемость и радикальность онкологической операции, улучшает функциональные результаты, сокращает число этапов лечения и минимизирует риск послеоперационных осложнений, что способствует повышению качества жизни пациентов после органосохраняющих вмешательств по поводу РГ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ferlay J., Ervik M., Lam F., et al. *Global Cancer Observatory: Cancer Today* [Internet]. Lyon (France): International Agency for Research on Cancer, 2024 [cited 02.12.2025]. <https://gco.iarc.fr/today>.
2. Bray F., Laversanne M., Sung H., et al. *Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries*. *CA Cancer J. Clin.* 2024;74(3):229–63. Doi: 10.3322/caac.21834.

3. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Shakhzadova A.O. *The State of Cancer Care in Russia in 2019*. P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology – Branch of the National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2020. 239 p. [Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. *Состояние онкологической помощи населению России в 2019 году*. МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава РФ. М., 2020. 239 с. (In Russ.)].
4. Palchun V.T., Magomedov M.M., Luchikhin L.A. *Otorhinolaryngology: Textbook*. Moscow, 2021. 654 p. [Пальчун В.Т., Магомедов М.М., Лучихин Л.А. *Оториноларингология: учебник*. М., 2021. 654 с. (In Russ.)].
5. Forastiere A.A., Ismaila N., Lewin J.S., et al. *Use of larynx-preservation strategies in the treatment of laryngeal cancer: ASCO clinical practice guideline update*. *J. Clin. Oncol.* 2018;36(11):1143–69. Doi: 10.1200/JCO.2017.75.7385.
6. Barnes L., Eveson J.W., Reichart P., Sidransky D., ed. *World Health Organization Classification of Tumours. Pathology and Genetics of Head and Neck Tumours*. Lyon: IARC Press; 2015.
7. Edge S.B., Byrd D.R., Compton C.C., et al. *Trotti A., ed. AJCC Cancer Staging Manual*. 8th ed. New York: Springer, 2017.
8. *National Comprehensive Cancer Network. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines®): Head and Neck Cancers*. Version 2.2024. URL: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/head-and-neck.pdf (дата обращения: 10.10.2025).
9. Lodder W.L., van der Laan B.F., de Bree R., et al. *Patterns of local invasion and lymph node spread in laryngeal carcinoma: Imaging and pathologic correlation*. *Eur. Radiol.* 2010;20(1):52–61. Doi: 10.1007/s00330-009-1607-8.
10. Machtay M., Moughan J., Trotti A., et al. *Factors associated with severe late toxicity after concurrent chemoradiation for locally advanced head and neck cancer: Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) analysis*. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2008;70(2):331–6. Doi: 10.1016/j.ijrobp.2007.08.061.
11. Loevner L.A., Yousem D.M., Montone K.T., et al. *Can radiologists accurately predict preepiglottic space invasion with MR imaging?* *Am. J. Roentgenol.* 1997;169(6):1681–7. Doi: 10.2214/ajr.169.6.9393760.
12. Becker M., Zbären P., Delavelle J., et al. *Neoplastic invasion of the laryngeal cartilage: reassessment of criteria for diagnosis at CT and MR imaging*. *Radiology*. 1997;203(2):521–32. Doi: 10.1148/radiology.203.2.9114093.
13. Oleaga L., Grande J., Diez F., et al. *Staging of laryngeal tumors: comparison of CT and MRI with histopathologic correlation*. *Eur. Radiol.* 1999;9:468.
14. *Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of head and neck squamous cell carcinoma* [Electronic resource]. Ministry of Health of the Russian Federation, Russian Association of Oncologists; 2014. URL: https://www.volgmed.ru/uploads/files/2014-11/34155-klinicheskie_rekomendacii_po_diagnostike_i_lecheniyu_ploskokletochnogo_raka_golovy_i_shei_2014_http_oncology-association_ru.pdf (accessed: 02.09.2025). [Клинические рекомендации по диагностике и лечению плоскоклеточного рака головы и шеи [Электронный ресурс]. Министерство здравоохранения Российской Федерации, Ассоциация онкологов России; 2014. URL: https://www.volgmed.ru/uploads/files/2014-11/34155-klinicheskie_rekomendacii_po_diagnostike_i_lecheniyu_ploskokletochnogo_raka_golovy_i_shei_2014_http_oncology-association_ru.pdf (дата обращения: 02.09.2025). (In Russ.)].
15. Shevchenko Yu.V. *Possibilities of multispiral computed tomography in the diagnosis of upper respiratory tract stenosis*. *Vestnik otorinolaringologii*. 2016;81(4): 34–39. [Шевченко Ю.В. *Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике стенозов верхних дыхательных путей*. *Вестник оториноларингологии*. 2016;81(4): 34–39. (In Russ.)].
16. Sandu K., Monnier P. *Idiopathic subglottic stenosis: diagnosis and endoscopic treatment*. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.* 2016;273(7):1719–23. Doi: 10.1007/s00405-016-3980-y.

17. Carpenter D.J., Hamdi O.A., Finberg A.M., Daniero J.J. Laryngotracheal stenosis: Mechanistic review. *Head & Neck*. 2022;44(8):1948–60. Doi: 10.1002/hed.27079.
18. Grillo H.C., Donahue D.M., Mathisen D.J., et al. Postintubation tracheal stenosis: treatment and results. *Ann. Thorac. Surg.* 1995;59(1):167–74.
19. Karpishchenko S.A., Svistushkin V.M. Reconstructive Surgery of the Larynx and Trachea: Current State of the Problem. *Russian Otorhinolaryngology*. 2018;3(94):99–107. Doi: 10.18692/1810-4800-2018-3-99-107. [Карпищенко С.А., Свистушкин В.М. Реконструктивная хирургия гортани и трахеи: современное состояние проблемы. *Российская оториноларингология*. 2018;3(94):99–107. Doi: 10.18692/1810-4800-2018-3-99-107. (In Russ.)].
20. Joachims H.Z., Ben Arie J., Schohat S., et al. Plastipore in reconstruction of the laryngo-tracheal complex. *Acta Oto-Laryngol.* 1984;98(1–2):167–70. Doi: 10.3109/00016488409107551.
21. Delaere P.R., Vander Poorten V., Hermans R. Tracheal and laryngeal reconstruction with vascularized tissue. *Curr. Opin. Otolaryngol. Head and Neck Surg.* 2014;22(6):444–50. Doi: 10.1097/MOO.000000000000102.
22. Sagalovich B.M. *Physiology and Pathophysiology of the Upper Respiratory Tract*. Moscow, 1967, pp. 230–68. [Сагалович Б.М. Физиология и патофизиология верхних дыхательных путей. М., 1967. С. 230–68. (In Russ.)].
23. Kim D.Y., Pyun J., Choi J.W., et al. Tissue-engineered allograft tracheal cartilage using fibrin/hyaluronan composite gel and its in vivo implantation. *Laryngoscope*. 2010;120(1):30–8. Doi: 10.1002/lary.20652.
24. Krotov Yu.A., Chernyshev A.K., Sokolova O.G. Surgical correction of postintubation laryngeal and initial tracheal stenosis in children (literature review). *Russian Otorhinolaryngology*. 2005;(6):94–8. [Кротов Ю.А., Чернышев А.К., Соколова О.Г. Хирургическая коррекция постинтубационных стенозов гортани и начального отдела трахеи у детей (обзор литературы). *Российская оториноларингология*. 2005;(6):94–8. (In Russ.)].
25. Yagudin R.K., Yagudin K.F. Alloplasty of Laryngotracheostomy with Esfil Polypropylene Mesh. *Vestnik Otorinolaringologii*. 2007;(1):32–6. [Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Аллопластика ларинготрахеостомы полипропиленовой сеткой «Эсфил». *Вестник оториноларингологии*. 2007;(1):32–6. (In Russ.)].
26. Parshin O.V., Chernikov A.V., Karpishchenko S.A. Reconstruction of the Larynx and Cervical Trachea Using Titanium Implants in Case of Malignant Tumors. *Russian Otorhinolaryngology*. 2010;3(46):75–80. [Паршин О.В., Черников А.В., Карпищенко С.А. Реконструкция гортани и шейного отдела трахеи с использованием титановых имплантатов при злокачественных опухолях. *Российская оториноларингология*. 2010;3(46):75–80. (In Russ.)].
27. Khalid U., Uchikov P., Hristov B., et al. Surgical innovations in tracheal reconstruction: a review on synthetic material fabrication. *Medicina (Kaunas)*. 2023;60(1):40. Doi: 10.3390/medicina60010040.
28. Swift E.A., Grindlay J.H., Clagett O.T. The repair of tracheal defects with fascia and tantalum mesh. *Thorac. Surg.* 1952;24(5):482–92.
29. Herrington H.C., Weber S.M., Andersen P.E. Modern management of laryngotracheal stenosis. *Laryngoscope*. 2006;116(9):1553–7.
30. Yagudin R.K., Yagudin K.F. Experience of laryngotracheoplasty in the treatment of tracheal scarring stenosis. *Vestnik otorinolaringologii*. 2015;80(2):53–9. Doi: 10.17116/otorino201580253-59. [Ягудин Р.К., Ягудин К.Ф. Опыт ларинготрахеопластики в лечении трахеальных рубцовых стенозов. *Вестник оториноларингологии*. 2015;80(2):53–9. Doi: 10.17116/otorino201580253-59. (In Russ.)].
31. Freitag L., Ernst A., Unger M., et al. A proposed classification system of central airway stenosis. *Eur. Respir. J.* 2007;30(1):7–12.
32. Freitag L., Darwiche K. Endoscopic treatment of tracheal stenosis. *Thorac. Surg. Clin.* 2014;24(1):27–40. Doi: 10.1016/j.thorsurg.2013.10.003.
33. Montgomery W.W. Silicone tracheal T-tube. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 1965;74(4):1121–9.
34. Cooper J.D., Pearson F.G., Patterson G.A., et al. Use of silicone stents in the management of airway problems. *Ann. Thorac. Surg.* 1989;47(3):371–8.
35. Eliachar I., Moscona A., Joachims H.Z. Soft silicone stents in laryngotracheal reconstruction. *J. Laryngol. Otol.* 1990;104(9):732–5.
36. Monnier P. *Pediatric Airway Surgery: Management of Laryngotracheal Stenosis in Infants and Children*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag; 2011. 574 p.
37. Ovchinnikov A.Yu., Lezhnev D.A., Miroshnichenko N.A., Ekaterinchev V.A. Endotracheal-tracheostomy T-shaped silicone radiocontrast tube: RF patent No. RU2765777C2. Applicant: A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Russian Ministry of Health. Published: 02.02.2022. [Овчинников А.Ю., Лежнев Д.А., Мирошнichenko Н.А., Екатеринбург В.А. Трубка эндотрахеально-трахеостомическая Т-образная силиконовая рентгенконтрастная: патент РФ №RU2765777C2. Заявитель ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова» Минздрава России. Оpubл. 02.02.2022. (In Russ.)].
38. Brumund K.T., GutierrezFonseca R., Garcia D., et al. Frontolateral vertical partial laryngectomy without tracheotomy for invasive squamous cell carcinoma of the true vocal cord: a 25year experience. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 2005;114(4):314–22. Doi: 10.1177/000348940511400411.
39. Başerer N. Postsurgical and oncologic outcomes of frontal anterior laryngectomy with epiglottic reconstruction: a review of 68 cases. *Turk. J. Ear. Nose Throat.* 2019;29(2):86–93.
40. Lima R.A., Freitas E.Q., Dias F.L., et al. Supracricoid laryngectomy with cricothyroidoepiglottopexy for advanced glottic cancer. *Head Neck.* 2006;28(6):481–6. Doi: 10.1002/hed.20361. PubMed.
41. Laccourreye O., Laccourreye H., Weinstein G.S., et al. Supracricoid laryngectomy with cricothyroidopexy: a partial laryngeal procedure for selected supraglottic and transglottic carcinomas. *Laryngoscope*. 1990;100(7):735–41. Doi: 10.1288/0000553719900700000009.
42. Mao C., He Z., Liu L., et al. Supracricoid partial laryngectomy and reconstruction of the anterior epiglottic space flap: a new surgical approach compared with cricothyroidoepiglottopexy. *Front. Oncol.* 2025;15:1521929. Doi: 10.3389/fonc.2025.1521929.
43. Mesolella M., Iorio B., Buono S., et al. Supracricoid partial laryngectomy: oncological and functional outcomes. *Int. Arch. Otorhinolaryngol.* 2021;26(1):e075–084. Doi: 10.1055/s00411730020.
44. Pinar E., Imre A., Calli C., et al. Supracricoid laryngectomy: analyses of oncologic and functional outcomes. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2012;269(7):2067–74. [PMID:22886078].
45. Bron L., Brossard E., Monnier P., Pasche P. Supracricoid partial laryngectomy with cricothyroidoepiglottopexy and cricothyroidopexy for glottic and supraglottic carcinomas. *Laryngoscope*. 2000;110(4):627–34. Doi: 10.1097/0000553720000400000017.
46. De Virgilio A., Pellini R., Mercante G., et al. Supracricoid partial laryngectomy for radiorecurrent laryngeal cancer: a systematic review of the literature and metaanalysis. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2018;275(7):1671–80. Doi: 10.1007/s0040501849864.
47. Nakai M.Y., Menezes M.B., Carvalho J.V.B. Quality of life after supracricoid partial laryngectomy. *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2021;50:20.
48. Succo G., Crossetti E. Limitations and opportunities in open laryngeal organ preservation surgery: current role of open partial horizontal laryngectomies. *Front. Oncol.* 2019;9:408. Doi: 10.3389/fonc.2019.00408.
49. Anschuetz L., Shelan M., Dematté M., et al. Longterm functional outcome after laryngeal cancer treatment. *Radiat. Oncol.* 2019;14:101. Doi: 10.1186/s1301401912998.

Поступила 24.12.2025

Получены положительные рецензии 27.01.26

Принята в печать 30.01.26

Received 24.12.2025

Positive reviews received 27.01.26

Accepted 30.01.26

Вклад авторов. А.Ю. Овчинников — концепция и дизайн исследования, редактирование. Д.Н. Решетов — концепция и дизайн исследования, проведение исследования, обработка материала, редактирование. А.А. Ткаченко — сбор материала, проведение исследования, обзор публикаций по теме рукописи, написание текста рукописи. Е.В. Григорьева — концепция и дизайн исследования.

Contribution of the authors. A.Yu. Ovchinnikov — research concept and design, editing. D.N. Reshetov — research concept and design, conducting research, processing material, editing. A.A. Tkachenko — collecting material, conducting research, reviewing publications on the topic of the manuscript, writing the manuscript. E.V. Grigorieva — research concept and design.

Соблюдение прав пациентов. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.

Protection of patient rights. The patient signed an informed consent form for the publication of their data.

Информация об авторах:

Овчинников Андрей Юрьевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии Российского университета медицины Минздрава РФ. Адрес: 127006, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; тел.: 8 (903) 120-28-01; e-mail: lorent1@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7262-1151.

Решетов Дмитрий Николаевич — к.м.н., доцент кафедры онкологии и лучевой терапии Российского университета медицины Минздрава РФ, врач-онколог. Адрес: 127006, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; тел.: 8 (916) 306-32-90; e-mail: reshetov1973@inbox.ru. ORCID: 0000-0002-9072-0655.

Ткаченко Анастасия Александровна — аспирант кафедры оториноларингологии Российского университета медицины Минздрава РФ, врач-оториноларинголог, диссертант. Адрес: 127006, Москва, ул.

Долгоруковская, д. 4; тел.: 8 (977) 423-18-13; e-mail: lor@anastasija-ikachenko.ru. ORCID: 0009-0009-2678-0336.

Григорьева Елена Владимировна — д.м.н., заведующий кафедрой рентгенологии лечебного факультета НОИ клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины Минздрава РФ, заведующий отделением лучевой диагностики НОИ клинической медицины им. Н.А. Семашко Российского университета медицины Минздрава РФ. Адрес: 127006, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4; тел.: 8 (967) 059-52-09; e-mail: iara333@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-8207-7180.

Information about the authors:

Andrey Yuryevich Ovchinnikov — Dr.Med.Sci., Professor, Head of the Department of Otorhinolaryngology at the Russian University of Medicine of the Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 4 Dolgorukovskaya St., 127006 Moscow; tel.: 8 (903) 120-28-01; e-mail: lorent1@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7262-1151.

Dmitry Nikolaevich Reshetov — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Oncology and Radiotherapy, Russian University of Medicine, Ministry of Health of the Russian Federation, oncologist. Address: 4 Dolgorukovskaya St., 127006 Moscow; tel.: 8 (916) 306-32-90; e-mail: reshetov1973@inbox.ru. ORCID: 0000-0002-9072-0655.

Anastasia Aleksandrovna Tkachenko — Postgraduate Student at the Department of Otorhinolaryngology, Russian University of Medicine, Ministry of Health of the Russian Federation, Otorhinolaryngologist, Dissertation Candidate. Address: 4 Dolgorukovskaya St., 127006 Moscow; tel.: 8 (977) 423-18-13; e-mail: lor@anastasija-ikachenko.ru. ORCID: 0009-0009-2678-0336.

Elena Vladimirovna Grigorieva — Dr.Med.Sci., Head of the Department of Radiology, Faculty of Medicine, N.A. Semashko Research Institute of Clinical Medicine, Russian University of Medicine, Ministry of Health of the Russian Federation, Head of the Department of Radiology, N.A. Semashko Research Institute of Clinical Medicine, Russian University of Medicine, Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 4 Dolgorukovskaya St., 127006 Moscow; tel.: 8 (967) 059-52-09; e-mail: iara333@yandex.ru. ORCID: 0000-0001-8207-7180.